

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-167762

(43)Date of publication of application : 24.06.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/31
C23C 16/50
H01L 21/205
H01L 21/3065
H01L 21/316

(21)Application number : 08-180459

(71)Applicant : WATKINS JOHNSON CO

(22)Date of filing : 10.07.1996

(72)Inventor : VAN OS RON
DURBIN WILLIAM J
MATTHIESEN RICHARD H
FENSKE DENNIS C
ROSS ERIC D

(30)Priority

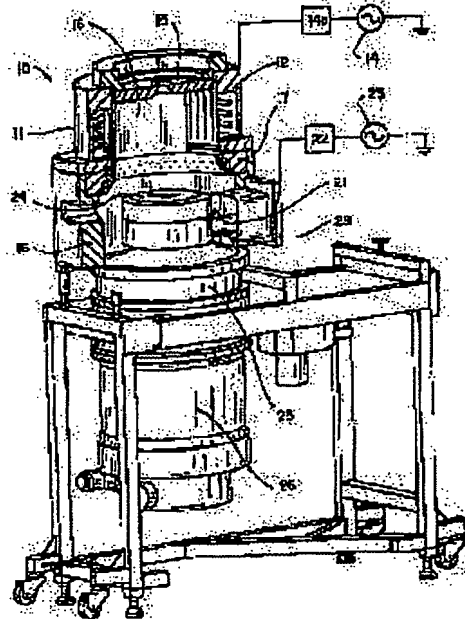
Priority number : 95 500493 Priority date : 10.07.1995 Priority country : US

(54) PLASMA-ENHANCED CHEMICAL TREATING REACTOR AND METHOD THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To deposit a uniform film or layer on the surface of an integrated circuit, etch back the film, make a reactor self-cleaned, and enable the etching and operation of a depositing step at the same time.

SOLUTION: A reactor 10 has a first gas injection manifold 15 and plasma chamber 18 involving an electromagnetic energy source. This chamber communicates with a wafer support base and treating chamber 16 having a second gas manifold 17. A plasma generated in the chamber 18 is diffused in the chamber 16 to react with a reaction gas to deposit a material layer on a wafer. The reactor 10 has a vacuum unit to evacuate the reactor 10. The method comprises generating the plasma in the chamber 18, feeding at least one kind of gaseous chemical material in the chamber 16 near the wafer support base and applying an r-f gradient to induce the diffusion of the plasma in a region near the wafer support base.



【特許請求の範囲】

【請求項1】 プラズマ室と、

少なくとも一種類の第一のガスを受けるために、前記プラズマ室に通じる第一のガス注入マニホールドと、プラズマ形成のために、前記少なくとも一種類の第一のガスを励起するための電磁エネルギー源と、プラズマ室に通じる処理室を有し、それによりプラズマが前記処理室に拡散し、ウエーハを支持するウエーハ支持台を有し、前記ウエーハ支持台は前記処理室内に配設され、反応ガスを前記ウエーハ支持台へと指向させるために前記処理室内に配設され、前記ウエーハ支持台を取り囲む、第二のガス注入マニホールドを有し、それにより反応ガスがプラズマと反応して前記ウエーハ支持台上に支持されたウエーハの表面を処理し、かつ前記処理室の底部からガスを除去する真空装置から成るプラズマ強化化学処理反応装置。

【請求項2】 前記電磁エネルギー源が誘導的に結合されたプラズマ源であることを特徴とする請求項1に記載の反応装置。

【請求項3】 前記ウエーハ支持台が前記処理室内で中空に支持されるように、前記ウエーハ支持台が前記処理室の少なくとも一つの表面に装着されていることを特徴とする請求項1に記載の反応装置。

【請求項4】 前記ウエーハ支持台が前記ウエーハを保持するための支持表面を有する支持体と、前記ウエーハを前記支持表面に静電的に結合させるために、前記支持体に結合する電圧源と、前記ウエーハと前記支持表面の間に、ガス状物質を均一に分配するために構成され、前記支持表面に形成された複数のガス分配溝を有する冷却装置と、二つの端部を有し、少なくとも前記端部の一つが前記支持体に装着され、他の前記端部が、前記処理室の表面に装着されている、少なくとも一つの部材から成ることを特徴とする請求項1に記載の反応装置。

【請求項5】 プラズマ強化CVD装置において、電磁エネルギー源を持つプラズマ室を有し、前記エネルギー源はプラズマ生成のために螺旋形共振器と、前記螺旋形共振器内に配設された容量性シールドとを有し、前記プラズマ室に通じる処理室を有し、それにより、プラズマが前記処理室内へと拡散し、処理室内に拡散するプラズマとの反応のためにウエーハを支持するための、前記処理室内にある支持体とからなるプラズマ強化CVD装置。

【請求項6】 プラズマを生成するための電磁エネルギー源を有する円筒形プラズマ室と、前記プラズマ室に通じる円筒形処理室を有し、それによりプラズマが前記処理室内へと拡散し、処理室内に拡散するプラズマと反応のためにウエーハを支持するための、前記処理室内にある支持体と、

前記処理室を排気するために、前記処理室の軸上に位置する真空装置からなるプラズマ強化CVD装置。

【請求項7】 プラズマ室と、

少なくとも一種類の第一のガスを受けるために前記プラズマ室に通じる第一のガス注入マニホールドと、プラズマ形成のために、前記少なくとも一種類の第一のガスを励起するための電磁エネルギー源と、プラズマ室に通じる処理室を有し、それによりプラズマが前記処理室に拡散し、

10 ウエーハを支持するウエーハ支持台を有し、前記ウエーハ支持台は前記処理室と実質的に同軸に配設され、第二のガス注入マニホールドを有し、前記第二のガス注入マニホールドは反応ガスを前記ウエーハ支持台へと指向させるために、前記処理室と実質的に同軸に配設され、前記ウエーハ支持台を取り囲み、それにより反応ガスがプラズマと反応してウエーハ上に材料を堆積し、かつ前記処理室からガスを除去するために、前記処理室と実質的に同軸に配設された真空装置からなるプラズマ強化CVD装置。

20 【請求項8】 前記ウエーハ支持台が前記処理室内で中空に支持されるように、前記ウエーハ支持台が前記処理室の少なくとも一つの表面に装着されていることを特徴とする請求項7に記載のプラズマ強化CVD装置。

【請求項9】 円筒形プラズマ室と、

少なくとも一種類の第一のガスを受けるために前記プラズマ室に通じる第一のガス注入マニホールドと、プラズマ形成のために、前記少なくとも一種類の第一のガスを励起するために、螺旋形共振器と、前記螺旋形共振器内に配設された容量性シールドを有する電磁エネルギー源と、

30 プラズマ室に通じる円筒形処理室を有し、それによりプラズマが前記処理室に拡散し、ウエーハを支持するウエーハ支持台を有し、前記ウエーハ支持台は、前記処理室内に同軸に配設され、かつ前記ウエーハ支持台が前記処理室内で中空に支持されるように前記処理室の少なくとも一つの表面に装着されており、

反応ガスを前記ウエーハ支持台へと指向させるために、前記処理室内に同軸に配設され、前記ウエーハ支持台を取り囲む、第二のガス注入マニホールドを有し、それにより反応ガスがプラズマと反応してウエーハ上に材料を堆積し、かつ前記処理室からガスを除去するために、前記処理室と実質的に同軸に配列され、前記処理室に通じ、かつ前記ウエーハ支持台の下に配設された真空装置から成るプラズマ強化化学処理反応装置。

【請求項10】 プラズマ室と処理室を有し、前記処理室はウエーハ支持するために、前記処理室内に配設されたウエーハ支持台を有するプラズマ強化化学処理反応装置を動作させる方法で、

50 プラズマ室内でプラズマを生成し、前記プラズマ室は上

部表面を有し、

前記上部表面に沿った第一の電位をプラズマにたいする基準電位とし、

前記ウエーハ支持台にRFエネルギーを印加して第二の電位を生成させ、それにより、前記第一の電位と、前記第二の電位の間の電位差により、前記ウエーハ支持台の近傍の領域にプラズマの拡散を誘導することにより成る方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体集積回路処理用の反応装置とその方法に関する。更に詳しくは、本発明はプラズマ強化化学蒸着法(PECVD)により集積回路表面上に均一なフィルムまたは層を堆積し、フィルムをエッチバックし、反応装置を自己洗浄化させ、かつ同時にエッチングと堆積工程の動作を遂行出来るプラズマ強化反応装置と方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体ウエーハやその他の集積回路(IC)の処理には、デバイスの構成部品、結合線、絶縁材、絶縁障壁材等を形成するために、ウエーハ表面をエッチングし、ウエーハ表面上に材料の層を堆積する重要な製造工程を含んでいる。集積回路表面上に材料等の層を堆積するために様々な装置が用いられるが、しばしばこれら層は化学蒸着法(CVD)によって形成される。通常の熱CVD法では、ある種のガス状化学物質の熱反応によって、ウエーハ表面に安定した化学化合物を堆積する。この技術分野では、低圧CVD装置や大気圧CVD装置を含む様々なCVD反応装置が使用されてきた。更に最近ではプラズマ強化(時には、プラズマ支援と呼ばれる)CVD装置(PECVD)が開発されている。PECVD装置は一般的にガス状の化学物質の電離とイオン化によって動作する。プラズマに関連する高い電子温度は、ウエーハ表面への堆積のために得られる電離した核種の密度を増大させる。従って、通常の熱CVD装置よりも低温で稼働出来る。このような低温工法は望ましく、集積回路に含まれる浅い接合部の拡散や、金属の相互拡散を最小に止める。更に、PECVD装置はデバイス密度の増大につれて、デバイスに積層された素子の分離に使用される多層絶縁層の形成に好適である。そのような多層絶縁層の形成においては、良好な空隙充填性と、分離性、耐応力性、および段差被覆性を有する層を提供することが望ましい。これらの性質はデバイスの寸法が縮小するにつれて達成することが益々困難となる。

【0003】PECVD装置では反応装置は半導体処理の工程中、基本的には低圧で運転される。このような低圧では特定のガス流動態の考慮をする必要がある。低圧時の活性核種の衝突率は比較的低く、核種の平均自由行程は比較的に長い。従って、処理室内と、ウエーハの全面それから排気部へと均一で制御されたガス流が得られ、

それによりウエーハの均一処理を提供する反応装置が望ましい。更に、様々な処理のために他の動作圧が使用される可能性があり、それゆえ反応装置は広い圧力範囲で使用出来ることが望ましい。反応装置の洗浄化は装置の有効な運転に重要な役割を果たす。高度に活性化した核種は基板の表面は勿論、処理室の壁や、動作部品上に堆積する。このような堆積物は装置の運転に影響し、装置中のプラズマのポテンシャルに影響し、堆積したフィルムを汚染する結果をもたらす微粒子の大きな根源ともなる。従って、自己浄化の可能な反応装置構造の提供が有利である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】半導体ウエーハと集積回路処理用の反応装置を提供することが本発明の目的である。更に詳しくは、プラズマ強化化学蒸着法(PECVD)により、そのようなウエーハの表面上にフィルム、あるいは層を堆積することにより、ウエーハ処理を行うための改良された反応装置を提供することが、本発明の目的である。本発明の他の目的は広範囲な圧力で動作出来る反応装置の提供である。本発明の他の目的は所望のフィルムを堆積し、そのようなフィルムを同時にエッチング出来る反応装置の提供である。本発明の他の目的は自己浄化の出来る反応装置の提供である。本発明の関連する目的はウエーハ上に堆積したフィルムの品質を改良する反応装置の提供である。これらのおよび他の目的は、全体として処理室に通じるプラズマ室からなる、ここに開示された反応装置によって達成される。プラズマ室は少なくとも第一のガスを受け取る第一のガス注入マニホールド(多岐管)と、プラズマ形成のためにガスを励起する電磁エネルギー源とを含んでいる。処理室は処理されるウエーハを支持するウエーハ支持台と、ウエーハ支持台を取り囲んで、反応ガスをウエーハ支持台へと指向させる第二のガスマニホールドからなる。プラズマ室で生成したプラズマは、処理室へと拡散し、反応ガスと反応してウエーハ上に材料の層を堆積する。真空装置が処理室に通じており、反応装置の排気を行う。

【0005】本発明はまたプラズマ室と、処理室内部に配設されたウエーハ支持台を備えた処理室とを有する反応装置の操作方法をも含んでおり、その方法はプラズマ室中でプラズマを生成し、少なくとも一種のガス状化学物質を処理室のウエーハ支持台の近傍に導入し、ウエーハ支持台の近傍の領域にプラズマの拡散を誘導するためにRF勾配を印加し、それによりプラズマとガス状化学物質がウエーハ支持台の近傍で反応して、ウエーハ表面に材料の層を形成する段階を含む。

【0006】

【課題を解決するための手段】

【実施例】

A. 概観

図面についてみると、図面では同様の構成部分は図面中

で同様の参照符号によって指定されているが、図1と図2は本発明による反応装置の一実施例を表している。図1は本発明の組立図を図示するが、反応装置10は全体としてプラズマ組立体11と、処理室16とから構成される。プラズマ組立体11はプラズマ生成源12を含み、そのような生成源12の内部は、プラズマ室18を形成し、かつ第一のガス注入マニホール15がその室の上部を形成する。第一のマニホール15は少なくとも一種類のガス状化学物質をプラズマ室18に導入する。プラズマ組立体11は処理室16に作動可能に結合されている。処理室16は全体的に第二のガス注入マニホール17を含み、マニホール17はガス導管（図示せず）を通じて少なくとも第二のガス状化学物質を受け取るために、処理室16に装着されている。好ましくは、ガス注入マニホール17は、室16の上部に装着され、その外周表面を処理室16の壁にそって装着され、それにより連続した環を形成する。更に、処理室16の内部に、ウエーハ24を支持するための（しばしば「チャック」と呼ばれる）水平なウエーハ支持台が配置されている。好ましくはウエーハ支持台20は室16に腕部材21によって、ウエーハ支持台20が処理室16内の空間に保持されるよう配設される。ウエーハ24はウエーハ支持台20上に置かれ、ウエーハ24の表面が上向きにされる。ウエーハ支持台20は発電機23から整合する回路22を通してRFエネルギーを印加されることでバイアスされてもよい。

【0007】反応装置10の排気のために真空装置が装備されている。真空ポンプ26が分離バルブ25により処理室16に動作可能に結合している。好ましくは、真空ポンプ26はほぼ処理室16の軸に合わせて配置（「軸上ポンプ」と呼ばれる）され、それにより反応装置10内部のガスとプラズマ流の制御を改善する。下記に詳細に説明されるように、空中に支持されたウエーハ支持台20と軸上ポンプ方式は反応装置10内の対称的なガス流を供給し、特にウエーハ24全面に均一な堆積と／またはエッチングを促進するように意図された、独特なガス分配装置を形成する。本発明による反応装置は、堆積、フィルム・エッチバック、反応装置自己清浄化、および同時的エッチング・堆積工程を含む、様々な処理操作を遂行するよう適合化されている。堆積工程の代表的な実施例では、シランと、酸素およびアルゴン混合気が、第二のガス注入マニホール17を通して処理室16中に導入される。堆積動作中に第一のガス注入マニホール15は動作させずに置いて良く、この構成では、酸素とアルゴン分子は、最初に注入された処理室16からプラズマ室18へと移動し、プラズマ室18内でイオン化される。それに代わり、第一のガス注入マニホール15が動作可能であっても良く、その場合にはアルゴンと酸素が第一のガスマニホール15を通じてプラズマ室に導入される。更にもう一例の実施例では、酸

素とアルゴンが第一のガス注入マニホール15と、第二のガス注入マニホール17の両者を通してプラズマ室に導入される。

【0008】反応装置の自己清浄化動作時には、 CF_4 、 C_2F_4 、あるいは NH_3 等の化学物質が、第一のガス注入マニホール15を通じてプラズマ室に注入され、そこでガスはイオン化され反応装置10の内部を流動して、室16、18と関連する構成部材の表面に堆積した望ましくない堆積物を除去する。それに代わり、清浄用の化学物質が反応装置に第二のガス注入マニホール17を通して注入されるが、第一のガス注入マニホール15と、第二のガス注入マニホール17の両者を通して導入されても良い。更に、反応装置はフィルム・エッチバック動作と同時的エッチング／堆積動作を生起させるために、ウエーハ支持台に誘起されたRFとDCのバイアスを利用するよう適合化されている。本反応装置と方法は、更に詳しく下記に説明される。

【0009】B. プラズマ室

図2によりプラズマ組立体11は更に詳しく理解される。プラズマ組立体11はプラズマ室18内でプラズマを生成させるための、普通「プラズマ源」と呼ばれる電磁エネルギー源12を含んでいる。好ましくはプラズマ源12はこの技術の分野で誘導結合プラズマ（IPC）として分類されるタイプのものである。図2に図示される好ましい実施例では、プラズマ源12は円筒形で金属性螺旋コイル13と、スロット付非磁性材製の静電シールド19を含み、前記シールド19は、全体的にコイル13の内部に配設されている。コイル13とシールド19は内壁27と外壁28とを有する囲いの中に収納されている。好ましくは、内壁27はクォーツやセラミックのような低損失絶縁材製で、外壁は金属から構成されても良い。プラズマはプラズマ源12の内部に形成されたプラズマ室18の中で生成される。このプラズマ源12の好ましい実施例は、引用によってここに含まれる、米国特許第5,234,529号に更に完全に記述されている。長手方向に伸長し、円周方向に間隔を開けた、複数のスリット33が、シールド19に形成されている。シールド19は容量性電気フィールドを絶縁するために使用される。シールド19はコイル13と、プラズマが生成されるプラズマ室18の容量性結合を減少させる。一実施例ではプラズマ源12とシールド19とで、全ての容量成分をシールドしようと試みている。シールドは接地していることが好ましい。容量性に結合したフィールドは、プラズマと大変効果的に結合し、大きく、かつ全体として制御不能なRFプラズマ・ポテンシャルを生じる。このようなプラズマは「ホット・プラズマ」と呼ばれる。ホット・プラズマは大変高いプラズマ粒子エネルギー、特に高い電子温度（ T_e ）からなる。この結果生じる高プラズマポテンシャルは高エネルギー粒子による反応装置の室壁や他の構成部分にたいする攻撃によ

て、反応装置を損傷させる。これは反応装置の寿命を縮め、しばしば堆積されたフィルム上に落ちて、ウエーハを不良とする金属微粒子汚染を作り出す。更に、高いプラズマ・ポテンシャルは処理されるウエーハに悪影響を及ぼす可能性がある。シールド19の使用により、容量性結合は所望の量に低減され、シールド19のスロット開口部33を変化させて、容量性結合の量用途に応じて変化させることが可能である。例えば、反応装置10の表面の不要な材料の堆積物を除去して反応装置10を滑浄化する滑浄化運転中に、急速な滑浄化を促進するために、高エネルギープラズマが生成される、より大きな容量性結合が利用される。

【0010】プラズマ生成のために、本発明の一実施例によれば、少なくとも一種類のガスが第一のガス注入マニホール15により、プラズマ室18に導入される。RFエネルギー14がプラズマ室18の周囲に配設されたコイル13を通して、プラズマ源12に指向され、プラズマ室18中のガスをプラズマ状態に励起する。プラズマ状態において、導入されたガス状の分子は高い割合で、イオン化され原子を含む、反応性の核種に分離する。10¹¹ ions/cm³ より高いイオン密度の達成が望ましく、高密度プラズマ(HDP)と呼ばれる。RFエネルギーの周波数は、商業的標準周波数の13.56MHzで有ることが好ましい。発電機14は代表的には、標準のインピーダンス50 ohmで動作し、この分野で周知の整合網14aは、RFエネルギーのプラズマ源12への効率的な結合を可能とする。この代替案では、ガスは第二のガス注入マニホール17を通じて、処理室16に導入され、そこからガスはプラズマ室18へと移動して、直前に説明したとおり、プラズマ状態に励起される。再び図2を参照して、第一のガスマニホール15は、プラズマ組立体上に組み立てられているとして図示されている。更に詳細に図3を参照して理解されるが、図3は前記マニホール15の断面図である。この実施例では、第一のガスマニホール15は、ほぼ円盤状でプラズマ源組立体12の内周表面に装着されている。マニホール15にはマニホールベース30に形成された複数のガス注入路32aと32bがある。ガス状化学物質をマニホール15に供給するために、ガス供給管(図示せず)がガス注入路のそれぞれに、ガス供給コネクタ31aと31bを経由して結合されている。この実施例では二つのガス注入路が示されているが、追加のガス注入路、あるいはガス注入路一個のみを使用しても良い。

【0011】ガス注入路32aと32bは、それぞれ同心円の円筒状に伸長するガス圧力室34aと34bにつながっている。ガス圧力室はマニホールベース30内部に伸長して、マニホールベースに装着されたプレート37によって閉鎖されている。各ガス圧力室34aと34bに、カバープレート37に穿孔された複数の穴3

6が、各ガス圧力室の円周に沿って設置されている。一実施例では、複数の穴36はほぼ各ガス圧力室34aと34bの底部に設けられ、カバープレート37を貫通して垂直に伸長する。これに代わって、穴36は前記カバープレート37を貫通して斜めに穿孔されても良い。穴36の形状はプラズマ室18にガスを注入するために最適なものに選ばれ、穴の数、サイズ、形、および間隔は変更して良い。更に、同心円の穴の群がカバープレート37に穿孔されて、各ガス圧力室の円周に沿って伸長しても良い。図4は第一のガス注入マニホール15の底部平面図を図示している。本実施例に示されているように、穴36は第一のガス注入マニホール15の底部にほぼ同心円を形成している。内側ガス圧力室34bに関連する複数の穴は5ヶ、外側ガス圧力室34aに関連する複数の穴は10ヶから成ることが好ましい。図5は穴36の好ましい形を示す拡大図である。

【0012】それゆえ、本実施例ではガス供給管がガス状化学物質をマニホール15に二つのガス供給コネクタ31aと31bを経由して供給する。それぞれのガスは別々に供給路32aと32bからマニホール15を通過してガス圧力室34aと34bに導入され、それによりガスは各ガス圧力室に設置された複数の穴36を経由して、マニホール15からプラズマ室18へと出て行く。第一のガスマニホール15は反応装置10の動作中にマニホール15を冷却するために冷却システムを使用する。水のような冷却媒体がマニホール15の内部を循環してほぼ均一な冷却を提供する。運転中に均一な温度を維持することは重要であり、ウエーハ24の表面で行われる反応は温度に依存するからである。更に、温度を一定に維持出来ない場合には、室壁や関連構成部分の堆積物の剥離につながり、それにより装置内で微粒子が発生する可能性がある。本実施例では、冷媒は冷媒供給コネクタ38を通じて複数のチャンネル42に供給される。チャンネル42はマニホール内に伸長し、マニホールベース30に装着されたカバープレート43によってふさがれている。チャンネル42は図4に図示するようにマニホールベース30全体に伸長している。本発明の変更では、冷却システムは別の形状を有しても良い。

【0013】目視ガラス39がプラズマ放置を目視するための光学的インターフェースを提供するために、ガス注入マニホール15の中心に適切に配置されている。目視ガラスは円形で、プラズマや化学物質の攻撃に耐えるサファイア製が好ましい。更に、目視ガラス39はフィルムの成長を観察するレーザー干渉計(視認)や、ウエーハ温度を観察するレーザー干渉計(IR)のような、遠隔診断が使用出来るように、ウエーハ表面の直視を可能にする。マニホール15はその表面上の微粒子の堆積を最小にするために、ほぼ平滑で平坦な表面を有することが好ましい。本実施例では、マニホール15

10

20

30

40

50

はアルミニウム製で、研磨された表面仕上げに近いことが好ましい。

【0014】C. 処理室

半導体ウエーハ、あるいは他のICを処理するために、反応装置10はプラズマ組立体11に結合され、連絡している処理室16を有している。再び図1と2を参照すれば、処理室16の内部構造は、更に詳細に図示されている。処理室16は円筒形でアルミニウムのような材料で作られていることが好ましい。処理室16は水のような冷媒を循環させる手段を備え、そのような手段は処理室16を一定の温度に維持するために、処理室16の壁内に形成されているか、またはそれに代わり処理室16の外部に配設されていることが好ましい。第二のガス注入マニホールド17が、処理室16の内部に配設され、全体的に室の表面に沿って伸長し、環を形成する。また処理室16内部にウエーハ支持台20が、配置され、処理されるウエーハ支持する。ウエーハ支持台20は処理室16の軸にほぼ同軸であることが好ましく、それにより、第二のガスマニホールド17がウエーハ支持台20を取り囲んでいる。ゲートバルブのようなバルブ（図示せず）が、処理室16の側壁に配設され、ウエーハ24をウエーハ支持台20に出し入れするため、処理室16の内部に到達できるようにされている。ポンプ26と分離バルブ25が、ウエーハ支持台24の下で、ほぼ処理室16と同軸に配設されている。

【0015】第二のガス注入マニホールド17は、図6に更に詳細に図示されている。第二のガス注入マニホールド17はここに引用によって含まれる同時に係属中の米国特許出願第08/499,861号に更に詳細に説明されている。全体として、マニホールド17は処理室16に配設されるガス圧力室体40と、ガス圧力室体40に分離可能に配設される、交換可能なノズル構造体70と、ガス状化学物質を受け取るように形成された、少なくとも一つのガス圧力室とを有している。ガス圧力室体にはガス状化学物質をガス圧力室に供給するために、ガス圧力室に結合された少なくとも一つの導管が形成されている。ノズル構造体70はガス圧力室に結合され、ガス圧力室から室内へガス状化学物質を注入するために形成された複数のノズル44aと44bを有している。本実施例では第二のガスマニホールド17は、環状の形態を持ち、外壁表面で処理室16に配設されているが、他の形状も本発明の範囲内にはいる。図6に示すように、マニホールド17の好ましい実施例では、ガス圧力室体40は、ガス圧力室体40に形成された、二つの平行する、円周状に伸長するチャンネル46と48を有する。チャンネル46と48は、ウエーハの処理に使用されるガス状化学物質を別々に受け取るための、一対のガス圧力室を部分的に規定している。チャンネル46と48は、それぞれ導管54と56を通り、供給管58と60（図示せず）を経由して、ガス源76と52（図示せ

ず）に結合されている。供給管58と60は導管54と56に交わるように垂直に伸長し、ガスの「底面供給」と呼ばれる。これに代わる実施例では、供給管58と60は、処理室16の壁を通して水平に伸長するよう形成され、「側面供給」と呼ばれる。

【0016】複数の開口（図示せず）を形成された調節板62が、この技術分野で周知のように、各チャンネル46と48に装着されていることが好ましい。調節板62は導管54と56からノズル44aと44bへのガスの流れを、ノズルの近傍でさへぎり、ガスを拡散させ、ガス流をガス圧力室体40の周辺で更に均一に分布させる。調節板62の形状はガスの分布を最適化するように選択され、かなりの変更が可能である。更に、調節板62はもし望むなら、省略して良い。ノズル構造体70はガス圧力室体40に脱着可能に装着され、ガス圧力室を囲んでチャンネル46と48を覆っている。ノズル構造体70は、ガス圧力室中に保持されたガス状物質を処理室16中に注入するために、チャンネル46にほぼ整列した、複数の第一のノズル44aと、チャンネル48に整列した、複数の第二のノズル44bを有する。ノズルのサイズ、形、間隔、角度および方向は相当程度変化しても良い。ノズル44aと44bとは、ウエーハ24の表面上に形成される層にほぼ平坦な形状を与えるように形成されることが好ましい。反応装置10の運転中、特にウエーハ24のPECVD処理中に、ノズル構造体70は、プラズマに晒される。ガス注入マニホールド17はノズル構造体70が絶縁材料で形成されていない限り、接地されることが好ましい。

【0017】マニホールド17は高密度プラズマ強化CVD法で特に有利である。その理由は、高密度のプラズマ、通常のプラズマ強化装着の100mTorrより大きい圧力に比較して、本反応装置の3-4mTorrの低い圧力、ならびに比較的高い電子温度 T_e 等の要因が、ガス流に及ぼす影響の故である。室圧力が低いために、平均自由行程が大きく、ガス状化学物質を注入点（すなわち、第二のガス注入マニホールド17の出口）から急速に拡散させる。それゆえ、マニホールド17がウエーハ24の表面にごく近いので、化学物質の有効利用が可能であり、ウエーハ平面全体の均一なガス配分が促進される。上述のように、ウエーハ24を処理中に確保するために、ウエーハ支持台20が処理室16中に設置されている。ウエーハ支持台20は全体的に下記の記述され引用によってここに含まれる同時に係属中の米国特許出願番号第08/500,480号に更に詳細に記載されている。図2、図8と図10に付いてみるに、ウエーハ支持台20は、全体としてウエーハ24を保持するための支持表面52を有する支持対50と、支持体に結合されたウエーハを静電的に支持表面に結合するための電圧源74は、ウエーハを冷却するための冷却装着78を有している。冷却装着はウエーハ24と支持表面52の間にガ

ス状物質を均等に分配するための、支持表面52に形成された、複数のガス分配溝(図示せず)を有する。冷却装置はガス源とガス分配溝との間の導管に、規制機構(図示せず)を有し、ウエーハの一部が支持表面52から分離した場合に、ウエーハ24が支持表面52から破滅的に分離することをほぼ防止している。支持体50から伸長する、少なくとも一つの腕部材21が、支持体50と腕部材21が処理室16の底部から離されて、処理室16内に装着可能である。図10に付いてみるに、本実施例では、腕部材21は平坦組立体86に装着され、一方86はプレート29により、処理室16に脱着可能に確保されている。

【0018】ウエーハ24は昇降組立体(図示せず)によって支持表面52に置かれまた取り上げられる。昇降組立体は支持表面52中に形成された開口を通して伸長する複数の昇降ピン84と、電極組立体(図示せず)を有している。昇降ピン84はピンがウエーハ24を支持表面52の上に保持する伸長位置と、引き込み位置との間を移動出来る。ウエーハ支持台20は、処理中にウエーハを冷却するために冷却装置を使用する。ヘリウム、アルゴン、酸素、水素等のガス体が、支持表面52とウエーハ24の間を回って、ウエーハ24の全体をほぼ均一に冷却する。処理中にウエーハ全体の温度を均一に維持することにより、ウエーハ表面上に形成される層の均一性が著しく向上される。本実施例では、ウエーハ支持台20は特にPECVD処理に使用するように適合されている。電極組立体(図示せず)は支持体50にRFバイアスを印加する手段を有している。電極組立体は内部電極と外部電極とに結合し、それぞれRF電源23とマッチングネットワーク22に結合する一対の電極コネクタ(図示せず)を有する。支持表面52にRFバイアスを印加することにより、支持表面52の局部的領域のプラズマの浮動ポテンシャルを増大出来る。支持表面52にRFバイアスを印加することにより誘導される自己バイアスは、ウエーハ支持体20の領域のプラズマシース中と、ウエーハ24へのイオンの拡散を加速する。これはウエーハ24表面の空洞のない材料層の形成に望ましいスパッター・エッチングを強化する。

【0019】ウエーハ支持台20に印加されるRFバイアスの周波数は、1-60MHzの範囲内である。プラズマ源12のRF周波数は、周波数ビートを最小にするためにウエーハ支持台20のそれとは異なることが好ましい。ウエーハ支持台20に印加されるRFの周波数は、ほぼ3.39MHzで、プラズマ源12はほぼ13.56MHzで動作することが好ましい。処理中にウエーハ24はこの分野で周知の搬送機(図示せず)により、支持表面52上に置かれ、特に昇降ピン84上に置かれる。ウエーハを支持表面52に静電的に引きつけ、確保するためにDC電圧が、ウエーハ支持台20の少なくとも一つの電極に印加される。ウエーハ24の処理後、ウエーハ24を

支持表面52から解放するために、静電荷を十分消去する目的で、電極はほぼ接地される。支持体50は二つの電極を有し、一つの電極に正電気が、他の電極には負電気が印加されることが好ましい。ウエーハ24が処理室16から取り出された後に、電極の極性が次のウエーハのために反転されることが好ましい。処理室16内でのウエーハ支持台20の独特の装着法は、実質的に対称的なガス流の促進により、ウエーハ24の処理に特に有利である。再び図2に付いてみるに、少なくとも一つの腕部材21がウエーハ支持台20を、処理室16の中空に支持されるように処理室16に装着する。先行技術の装置と異なり、ウエーハ支持台20が処理室16の底部から離れるように、中空に支持することにより、処理中の流れの制御を改善し、反応装置全体の構造に柔軟性を持たせる。好ましい実施例で、真空装置ポンプ26は、処理室16のほぼ軸上に配列され、反応装置10の底面積を最小化し、運転中のポンプの効率を改善する。

【0020】図7と図8についてみるに、処理室16内に装着されたウエーハ支持台20の二つの実施例が示されている。好ましくは、処理室16の一つの壁へと伸長している二本の腕部材21aと21bが図8に図示のように使用されている。しかしながら、腕部材21の数と、それが処理室16に装着される位置とは変更されても良いことが理解されるべきである。腕部材21aと21bはそれぞれ、図5に示すように、長手方向に伸長する円筒60により形成されている。一つの腕部材21aの円筒は、ウエーハ支持台20の電極を電圧源74に結合する電気導体62と64の、支持体50からの導管を提供する。更に、電気導体66と68がRF電源23に電極を結合する。電極組立体用のガス源76と流体源78が、腕部材21bの円筒60を通して伸長する導管72と73を通して支持体50にそれぞれ結合されている。これに代わり、図7には処理室16の壁に装着された一本の腕部材21の使用が図示され、そこでは、流体源78、ガス源76、DCとRF源74と23、およびそれらの結合線が腕部材21の空洞を通してウエーハ支持台20へと伸長している。反応装置10を排気する真空装置が、処理室16に動作可能に装着されている。再び図1を参照すると、真空装置はポンプ26と、好ましくはウエーハ支持台20の下で処理室16の底部に位置する真空分離バルブ25とを有する。ポンプ26とバルブ25は処理室16とほぼ同軸に配置されることが好ましい。このような本発明の「軸上」ポンプ方式は特に有利で、反応装置10中の対称的なガス流を促進する。ポンプ26とバルブ25は、それぞれこの分野で周知のターボポンプとゲートバルブであることが好ましい。

【0021】本発明の特に有利な点は、本発明の構造により提供される反応装置内の対称的なガス流であり、それに応じてウエーハ24の近傍領域でポンプ流の対称性への干渉が減少することである。図9に付いてみると、反

10

20

30

40

50

応装置 10 内の対称的流れは流れの線で表てされる。ここに記述された本発明の反応装置によれば、側面に装着された基板支持台 20 と、同軸ポンプ方式の配置は、反応装置 10 内での対称的ガス流の供給と、特にウエーハ 24 全体の均一な堆積と／あるいはエッチング工程の促進を意図した、独自のガス分配装置を形成する。図 11 は本発明の別の実施例を図示し、それによれば、複数の反応装置 10 a-d が複数のウエーハの処理のために、この分野で周知の通常の搬送モジュール 75 によって結合されている。それぞれの反応装置 10 a、10 b、10 c、10 d は、別々の処理行程を行っても良く、あるいは同じ工程が各反応装置内で行われても良い。

【0022】D. 反応装置の動作

プラズマの処理室 16 への拡散を促進するために、本発明の反応装置はプラズマの拡散を生じさせるポテンシャル勾配を誘起する。プラズマはコイル 13 の近傍で生成され、どの方向へも拡散する。再び図 3 についてみると、第一のガス注入マニホールドは、プラズマに基準電位を提供する表面 41 を有する。プラズマを指向するために、第一のガス注入マニホールド 15 は、接地されることが好ましく、プラズマはマニホールド 15 の表面 41 に僅かな正電荷を生じさせる（すなわち、プラズマポテンシャル）。これに代わり、第一のガス注入マニホールド 15 は、接地の代わりに、ある程度の電位に保持されても良い。それにより、プラズマは表面 41 の局部的領域中の特定の電位を基準とする。プラズマは処理室 16 中に拡散し、プラズマの同時二極性拡散は処理室 16 中の荷電粒子の喪失を補充し、化学反応が行われる領域、すなわちウエーハ支持台 20 での荷電粒子の供給を安定化する。更に、生成されたプラズマは「低温プラズマ」で、プラズマのポテンシャルは低い。それにより、壁での電位は大変低く、プラズマが室壁を浸食する可能性が低く、金属汚染を最小に止める。ほぼ、主要なイオン化機構が誘導的となるようにする静電シールド 19 により、プラズマは低温となる。

【0023】RF バイアスの印加により、ウエーハ支持台 20 とウエーハ 24 に自己バイアスが誘導される。自己バイアスの制御が、バイアス RF 電流帰還路の面積と、ウエーハの面積との比率を考慮して行われる。一実施例では、堆積工程中で、自己バイアスによって、イオンが反応装置中のプラズマ・シースからウエーハ 24 の表面へと加速される。材料層が堆積される際に、イオンがそれをスパッタ・エッチングし、それにより、空隙のない緊密で良質なフィルムの堆積を促進する。ウエーハ支持台に印加される RF バイアスは、75 から 400 ボルトの範囲で良く、1700 ワットの RF バイアス電力で、ほぼ 900 ボルトが好ましい。バイアス周波数はプラズマ源 12 の周波数との干渉（すなわち、相互変調）を最小限度に止めるが、ウエーハで DC 自己バイアスを誘導させ、かつそのようなバイアスを過剰な電力を必要

とせずに達成できるよう十分な高さの周波数になるよう選択されることが望ましい。一般的に、より低い周波数では、より大きな誘導電圧を生じさせるが、誘導電圧上にリップルを生じさせる。ウエーハ 24 表面のスパッタ・エッチング率は、誘導された電圧に比例する。受け入れられる妥協点は、2 MHz より大きく、13.56 MHz 以下である。好ましい実施例では、ウエーハ支持台 20 に印加される RF バイアス周波数に、3.39 MHz を使用している。その第一高調波は、連邦通信委員会（FCC）の 6.78 ISM 周波数に一致し（ISM は Instruments, Scientific and Medical 周波数帯域を表す）、RF プラズマ源 12 周波数から十分異なり、相互変調を防止し、それにより、制御システムの不安定性を最小とする。

【0024】スパッタ・エッチング率のバイアス周波数にたいする依存度が、図 12 に図示されている。酸化物層を持つウエーハ 24 が、ウエーハ支持台 20 上に置かれる。反応装置 10 の圧力はほぼ 1.8 mTorr で、ほぼ 100 sccm のアルゴンガスが処理室 16 中に注入される。二つの異なるバイアス周波数、9.39 MHz と 13.56 MHz が印加される。二つの周波数についてスパッタ・エッチング率が、ウエーハ支持台 20 に印加されたバイアス電力の関数として作表された。反応装置 10 には循環する RF エネルギー・フィールドが存在し、処理室 16 中のウエーハ 24 の近傍で、特に関心の対象になる。本発明の特に有利な点の一つは、ウエーハ支持台を RF エネルギーでバイアスすることにより生成された RF 電流の、RF 電流帰還路としての第二のガス注入マニホールド 17 の機能である。相当量の循環 RF 電流がマニホールド 17 を帰還路として通る。再び図 4 に付いてみると、第二のガス注入マニホールド 17 は係合表面 80 と 81 を通して良く接地されており、80 と 81 はガス圧力室体 40 とノズル部分 70 との間の金属表面間接触を向上させるために、ニッケルのような適当な材料でメッキされていることが好ましい。金属の接触面は低インピーダンス接触を促進するように設計されており、この分野で周知の螺旋シールドのような、特殊なガスケット材料を使用している。マニホールド 17 は接地されており、係合表面 80 と 81 はウエーハ支持台 20 に RF バイアスが印加されたときに生成する RF エネルギーの帰還路を提供する。RF 電流は金属の本体中ではなく、表面上を伝達する。従って、ガスケット材料は金属接触面の近傍におかれる。更に、処理室 16 内でのマニホールド 17 の場所も重要である。マニホールド 17 は、プラズマ源 12 と第一のガス注入マニホールド 15 のウエーハ支持台 20 への近さに比較して、ウエーハ支持台 20 のごく近くに位置している。循環 RF 電流は全体として第二のガス注入マニホールド 17 に出会い、他の構成部材に出会う前に除去される。本発明とは異なり、RF 電流がプラズマ源 12 を通って帰還する場合には、プラズ

マ源12での共鳴が悪影響を及ぼす可能性がある。また、上述のように、周波数はそのような事態の発生を防止するために十分異なっている。

【0025】本発明の反応装置10は、プラズマ源12と第一のマニホールド15のRF電流とプラズマポテンシャルをウエーハ支持台20から分離して、安定した実質的に反復可能な運転を提供するに特に適している。このような分離によって、第一のガス注入マニホールド15の表面41のプラズマ・ポテンシャルが、良く規定され、維持される。良く規定されたプラズマ・ポテンシャルがなければ、装置は第一のガス注入マニホールド15の表面41でのプラズマ接触量次第で、日毎に異なり、装置は不安定で堆積行程の反復性に悪影響を及ぼす。第二のガス注入マニホールド17の機械的構成は、上述と同様のRF帰還機能を達成しつつ相当変更出来るし、かつそれら全ての機械的変更は本発明の範囲内であることに注意することが重要である。上述のように、本発明で特に有利な点は、本発明の構造と、特に同軸ポンプにより提供される反応装置内のガスの対称的流れであり、それはウエーハ24の近傍領域でポンプ流の対称性への干渉が低下することに合致する。再び図9を参照して、反応装置10内部の対称的流れは、流れ線によって表現され、ウエーハ平面での望ましい均一な放射状の流れを示す。低圧の下で、ガスの平均自由行程は比較的長く、分子間の衝突は少なくなる。ウエーハ近傍領域で、ガスの密度が高度に均一で有ることが望ましい。これは反応装置がウエーハ支持台20のウエーハ平面の周囲で、均等な有効ポンプ速度を提供することで向上させられる。均等な有効ポンプ速度は、規則的配置によってウエーハの周囲に距離の均等な流れを促進するように、ウエーハとポンプを処理室と同軸に配列することで実現される。それゆえ、ウエーハ全体について対称的であり、それがウエーハの均一な処理を向上させる。更に、反応装置の自己清浄化動作中に、ガスが第一のガス注入マニホールド15から注入され、対称軸に沿ったポンプに均一なガス流を高めさせて、反応装置10全体の清浄化動作を行わせることが好ましい。

【0026】本発明の反応装置10の構造は、図13と図14に図示するように、均一なフィルムの堆積を促進する。基板83とその上に形成された複数の素子部材85a-dを有するウエーハ24が提供されている。素子部材85aと85bの間の隙間は、0.25ミクロンであり、素子部材85aと85cの隙間の間隔は0.30ミクロンである。縦横比は2.5:1である。酸化物層82が素子部材85と基板83上に本発明の反応装置中で堆積される。図示のように、反応装置10とその方法により、0.25と0.30ミクロンの隙間を埋める優れた段差被覆性を持つ、空隙のない層を堆積することに成功した。図15について見ると、本発明でウエーハ支持台に印加されたRFバイアスの関数としての堆積率が図示さ

れている。堆積率は標準化され、下記のように表される。ウエーハ支持台に印加されたRFバイアス電力 (watt) の関数としてプロットされるシラン流当たりの (一分当たりsccm当たりミクロンでの) 堆積率。本発明の特定の実施例についての前述の説明は、説明と記述のために提示てされたものである。それらは網羅的なものでも、本発明を開示された形態に正確に制限するものとしても意図されてはおらず、明らかに多くの修正、実施例、および変更が上記の開示に照らして可能である。発明の範囲はここに添付された請求の範囲とそれらの均等物によって規定されることが意図されている。

【0027】特許請求の範囲の記載に加えて以下の項目を更に開示する。

【開示項目1】 前記電磁エネルギー源が螺旋形共振器と、前記螺旋形共振器内に配設された容量性シールドから成ることを特徴とする請求項1に記載の反応装置。

【開示項目2】 前記真空装置がターボポンプより成ることを特徴とする請求項1に記載の反応装置。

【開示項目3】 前記真空装置が更に、前記処理室を前記ポンプから隔離するために、前記処理室と前記ポンプの間に配設された真空隔離バルブから成ることを特徴とする前記開示項目2に記載の反応装置。

【開示項目4】 前記第二のガスマニホールドが、前記ウエーハの近傍にガスを配分するために間隔を置いた複数のノズルを有することを特徴とする請求項1に記載の反応装置。

【開示項目5】 前記支持体が前記処理室内で中空に支持されるように、前記少なくとも一つの部材が、前記処理室の垂直な表面に装着されていることを特徴とする請求項4に記載の反応装置。

【開示項目6】 前記少なくとも一つの部材が空洞で、その中に前記支持体に冷媒を通過させるための少なくとも一つの導管と、前記ウエーハ支持台にDCエネルギーを結合するための少なくとも一つの導管とを有することを特徴とする請求項4に記載の反応装置。

【開示項目7】 前記少なくとも一つの部材が更に、前記ウエーハ支持台にRFエネルギーを結合するための、少なくとも一つの導管から成ることを特徴とする前記開示項目6に記載の反応装置。

【開示項目8】 前記ウエーハ支持台が坦持組立体に装着され、前記ウエーハ支持台が処理室から取り外されるように、前記坦持組立体が前記処理室に装着されていることを特徴とする請求項1に記載の反応装置。

【開示項目9】 前記第一のガスマニホールドが、そこに形成された、少なくとも一種類のガス状化学物質を受けるための、少なくとも一つのガス圧力室と、前記少なくとも一種類のガス状化学物質を前記プラズマ室へと分配するために、前記少なくとも一つのガス圧力室のそれぞれに通じる複数の穴を有し、前記穴が前記ガス圧力室に沿って配設されることから成ることを特徴とする請求

項1に記載の反応装置。

【開示項目10】 前記プラズマとの反応がウエーハ表面に材料の層を堆積することを特徴とする請求項6に記載の反応装置。

【開示項目11】 前記プラズマとの反応がウエーハ表面をエッチングすることを特徴とする請求項6に記載の反応装置。

【開示項目12】 前記第一のガスマニホールドが少なくとも一種類のガス状化学物質を別個に受けるために、そこに形成された複数のチャンネルと、前記プラズマ室に前記少なくとも一種類のガス状化学物質を別個に分配するために、前記チャンネルのそれぞれに通じる複数の穴から成ることを特徴とする請求項7に記載のプラズマ強化CVD装置。

【開示項目13】 前記真空装置がターボポンプより成ることを特徴とする請求項7に記載のプラズマ強化CVD装置。

【開示項目14】 前記真空装置が更に、前記処理室を前記ポンプから隔離するために、前記処理室と前記ポンプの間に配設された真空隔離バルブから成ることを特徴とする前記開示項目13に記載のプラズマ強化CVD装置。

【開示項目15】 前記第二のガスマニホールドが、前記ウエーハの近傍にガスを配分するために間隔を置いた複数のノズルを有することを特徴とする請求項7に記載のプラズマ強化CVD装置。

【開示項目16】 前記ウエーハ支持台が前記ウエーハを保持するための支持表面を有する支持体と、前記ウエーハを前記支持表面に静電的に結合させるための、前記支持体に結合する電圧源と、前記ウエーハと前記支持表面の間に、ガス状物質を均一に分配するために構成され、前記支持表面に形成された複数のガス分配溝を有する冷却装束と、二つの端部を有し、前記端部の一つが前記支持体に装着され、他の前記端部が、前記処理室の表面に装着されている、少なくとも一つの部材から成ることを特徴とする請求項7に記載のプラズマ強化CVD装置。

【開示項目17】 前記少なくとも一つの部材が、空洞でその中に前記支持体に冷媒を通過させるための、少なくとも一つの導管と、前記ウエーハ支持台にDCエネルギーを結合するための、少なくとも一つの導管とを有することを特徴とする前記開示項目16に記載のプラズマ強化CVD装置。

【開示項目18】 前記少なくとも一つの部材が更に、前記ウエーハ支持台にRFエネルギーを結合するための、少なくとも一つの導管から成ることを特徴とする前記開示項目17に記載のプラズマ強化CVD装置。

【開示項目19】 前記ウエーハ支持台が坦持組立体に装着され、前記ウエーハ支持台が処理室から取り外されるように、前記坦持組立体が前記処理室に装着されてい

ることを特徴とする請求項7に記載のプラズマ強化CVD装置。

【開示項目20】 前記真空装置がターボポンプより成ることを特徴とする請求項9に記載の反応装置。

【開示項目21】 前記真空装置が更に、前記処理室を前記ポンプから隔離するために、前記処理室と前記ポンプの間に配設された真空隔離バルブから成ることを特徴とする請求項9に記載の反応装置。

【開示項目22】 前記第二のガスマニホールドが、前記ウエーハの近傍にガスを配分するための、間隔を置いた複数のノズルを有することを特徴とする請求項9に記載の反応装置。

【開示項目23】 前記ウエーハ支持台が前記ウエーハを保持するための支持表面を有する支持体と、前記ウエーハを前記支持表面に静電的に結合させるために、前記支持体に結合する電圧源と、前記ウエーハと前記支持表面の間に、ガス状物質を均一に分配するために構成され、前記支持表面に形成された複数のガス分配溝を有する冷却装束と、二つの端部を有し、前記端部の一つが前記支持体に装着され、他の前記端部が前記処理室の表面に装着されている、少なくとも一つの部材から成ることを特徴とする請求項9に記載の反応装置。

【開示項目24】 前記少なくとも一つの部材が空洞で、その中に前記支持体に冷媒を通過させるための少なくとも一つの導管と、前記ウエーハ支持台にDCエネルギーを結合するための少なくとも一つの導管とを有することを特徴とする前記開示項目23に記載の反応装置。

【開示項目25】 前記少なくとも一つの部材が更に、前記ウエーハ支持台にRFエネルギーを結合するための、少なくとも一つの導管から成ることを特徴とする前記開示項目23に記載の反応装置。

【開示項目26】 前記ウエーハ支持台が坦持組立体に装着され、前記ウエーハ支持台が処理室から取り外されるように、前記坦持組立体が前記処理室に装着されていることを特徴とする前記開示項目23に記載の反応装置。

【開示項目27】 前記第一のガスマニホールドが、そこに形成された、少なくとも一種類のガス状化学物質を別個に受けるための、少なくとも一つのガス圧力室と、前記少なくとも一種類のガス状化学物質を前記プラズマ室へと別個に分配するために、前記少なくとも一つのガス圧力室のそれぞれに通じる複数の穴を有し、前記穴が前記ガス圧力室に沿って配設されることから成ることを特徴とする請求項9に記載の反応装置。

【開示項目28】 少なくとも一種類のガス状化学物質を前記ウエーハ支持台の近傍の前記処理室内に導入する追処理程を有し、それにより、前記少なくとも一種類のガス状化学物質とプラズマとが、前記ウエーハ支持台の近傍で反応して、ウエーハ上に材料層を堆積することを特徴とする請求項10に記載の方法。

【開示項目29】 少なくとも一種類のガス状化学物質を前記ウエーハ支持台の近傍の前記処理室内と前記プラズマ室に導入する追処理程を有し、それにより、前記少なくとも一種類のガス状化学物質とプラズマとが、前記ウエーハ支持台の近傍で反応して、ウエーハ上に材料層を堆積することを特徴とする請求項10に記載の方法。

【開示項目30】 少なくとも一種類のガス状化学物質を前記処理室内に導入する追処理程を有し、それにより、前記少なくとも一種類のガス状化学物質とプラズマとが、前記ウエーハ支持台の近傍で反応して、ウエーハ表面をエッチングすることを特徴とする請求項10に記載の方法。

【開示項目31】 少なくとも一種類のガス状化学物質を前記処理室内と前記プラズマ室に導入する追処理程を有し、それにより、前記少なくとも一種類のガス状化学物質とプラズマとが、前記ウエーハ支持台の近傍で反応して、ウエーハ表面をエッチングすることを特徴とする請求項10に記載の方法。

【開示項目32】 プラズマの電位基準を設ける工程が更に、前記上部表面を電氣的に接地し、前記上部プレートに略10〜30ボルトの範囲の電位を生起させることにより成ることを特徴とする請求項10に記載の方法。

【開示項目33】 前記ウエーハ支持台にRFエネルギーを印加する工程が更に、略1から60MHzの範囲で前記RFエネルギーを印加することにより成ることを特徴とする請求項10に記載の方法。

【開示項目34】 前記ウエーハ支持台にRFエネルギーを印加する工程が更に、略3.39MHzで前記RFエネルギーを印加することにより成ることを特徴とする請求項10に記載の方法。

【開示項目35】 少なくとも一種類のガス状化学物質を前記プラズマ室内に導入する追処理程を有し、それにより、前記少なくとも一種類のガス状化学物質が前記処理室内へと拡散し、前記プラズマ室と処理室の表面を洗浄化することを特徴とする請求項10に記載の方法。

【開示項目36】 前記少なくとも一つの部材が空洞で、その中に前記支持体に冷媒を通過させるための少なくとも一つの導管と、前記ウエーハ支持台にDCエネルギーを結合するための少なくとも一つの導管とを有することを特徴とする前記開示項目5に記載の反応装置。

【開示項目37】 前記少なくとも一つの部材が更に、前記ウエーハ支持台にRFエネルギーを結合するための、少なくとも一つの導管から成ることを特徴とする前記開示項目24に記載の反応装置。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例による反応装置の一部を切り欠いた組立図。

【図2】 図1に示される反応装置のプラズマ室と処理室の一部を切り欠いた拡大断面図。

【図3】 本発明の一実施例による第一のガス注入マニホールドの断面図。

【図4】 第一のガス注入マニホールドの底面図。

【図5】 図3のマニホールド中の穴の拡大断面図。

【図6】 本発明による第二のガス注入マニホールドの一実施例の一部を切り欠いた正面図。

【図7】 反応装置に装着された基板支持台を示す平面図。

【図8】 本発明による反応装置に装着された基板支持台の一部を切り欠いた代替実施例。

【図9】 ポンプの同軸配置による装置内のガス流を図示する本発明の反応装置の断面図。

【図10】 本発明による基板支持台と担持組立体を示す拡大斜視図。

【図11】 本発明の代替実施例による複数の反応装置を有するプラズマCVD装置を図示する簡単な略線図。

【図12】 スパッターレートを基板支持台バイアス電力の関数として示すグラフ。

【図13】 本発明の反応装置で処理された半導体ウエーハの表面形状の断面図。

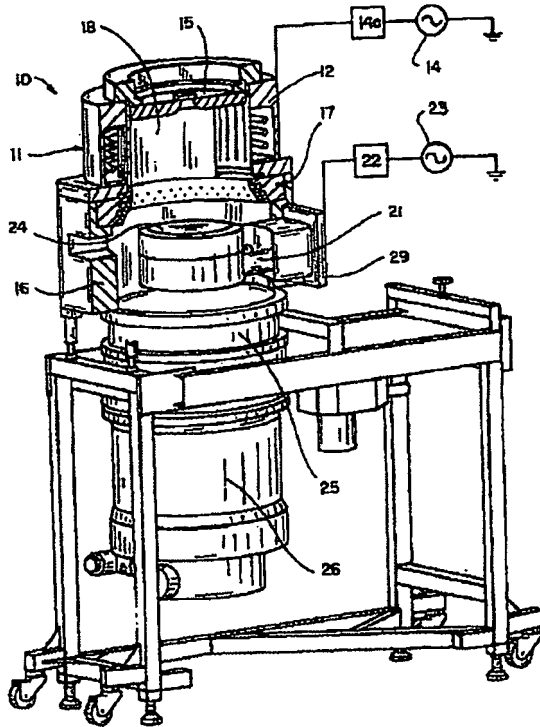
【図14】 本発明の反応装置で処理された半導体ウエーハの表面形状の断面図。

【図15】 シラン流当たりの堆積率を、印加されたRFバイアスの関数として示すグラフ。

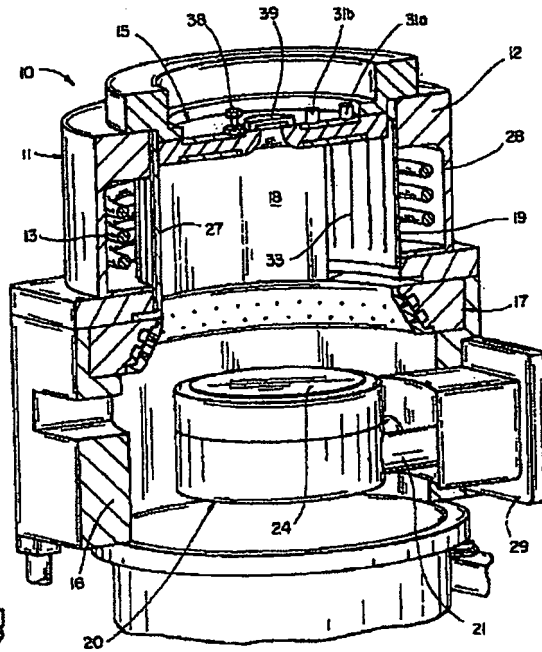
【符号の説明】

- | | |
|-----|---------------|
| 10 | 反応装置 |
| 11 | プラズマ組立体 |
| 12 | プラズマ生成源 |
| 13 | 金属螺旋コイル |
| 14 | RFエネルギー |
| 14a | マッチングネットワーク |
| 15 | 第一のガス注入マニホールド |
| 16 | 処理室 |
| 17 | 第二のガス注入マニホールド |
| 18 | プラズマ室 |
| 19 | 静電シールド |
| 20 | ウエーハ支持台 |
| 21 | 腕部材 |
| 21a | 腕部材 |
| 21b | 腕部材 |
| 22 | マッチング回路 |
| 23 | 発電機(RF電源) |
| 24 | ウエーハ |
| 25 | 分離バルブ |
| 26 | 真空ポンプ |
| 27 | 内壁 |
| 28 | 外壁 |
| 29 | プレート |

【図1】

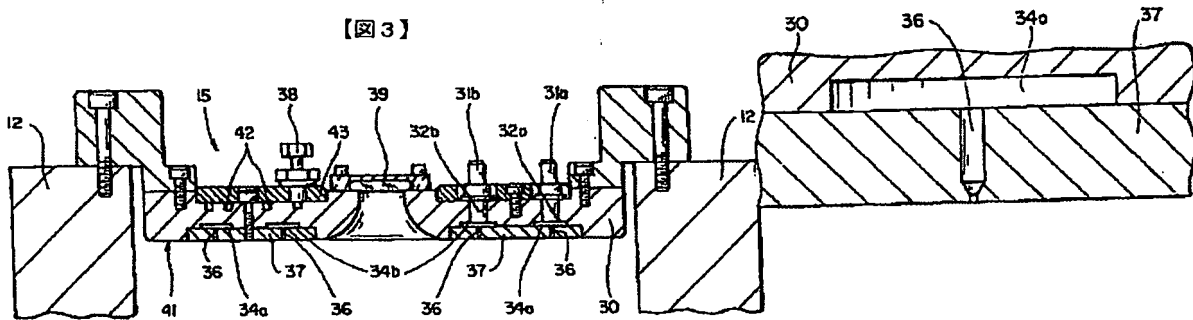


【図2】

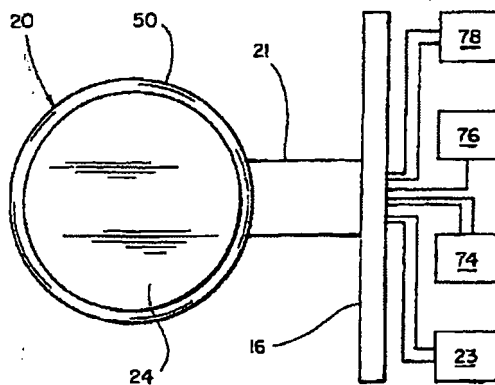


【図5】

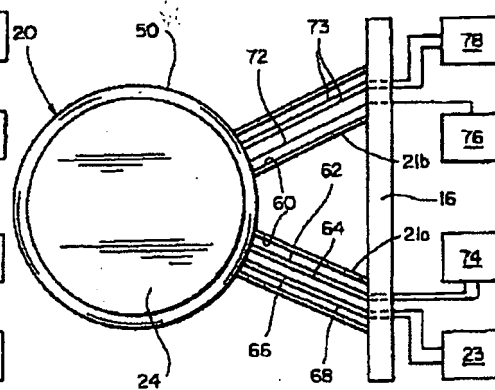
【図3】



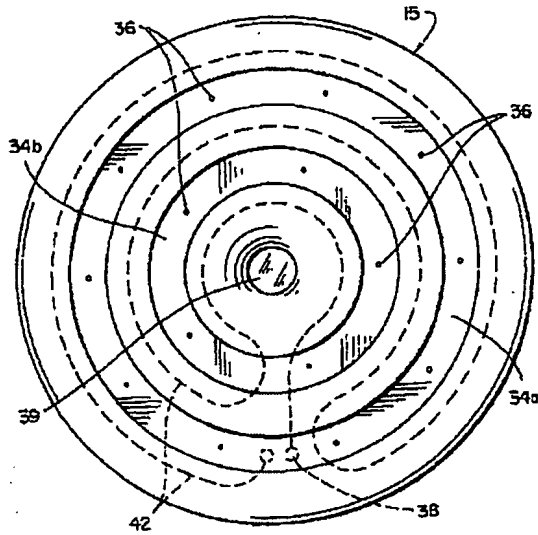
【図7】



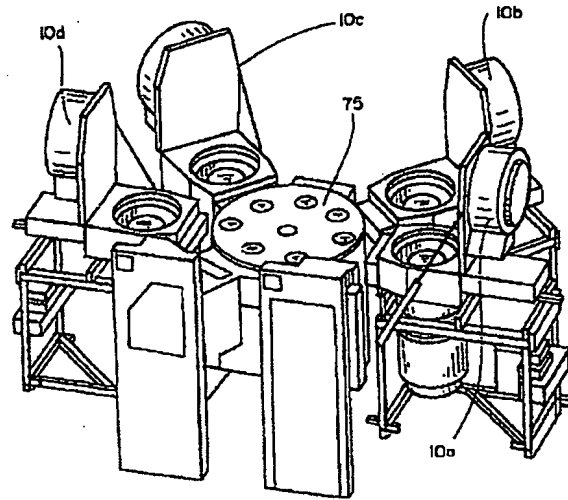
【図8】



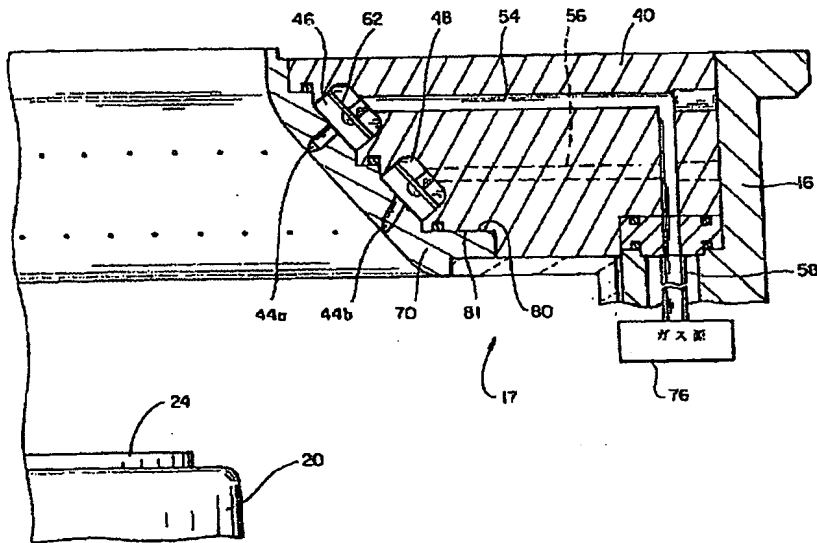
【図4】



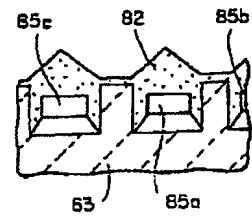
【図11】



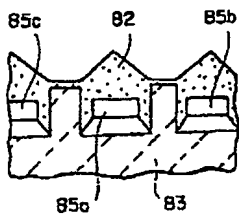
【図6】



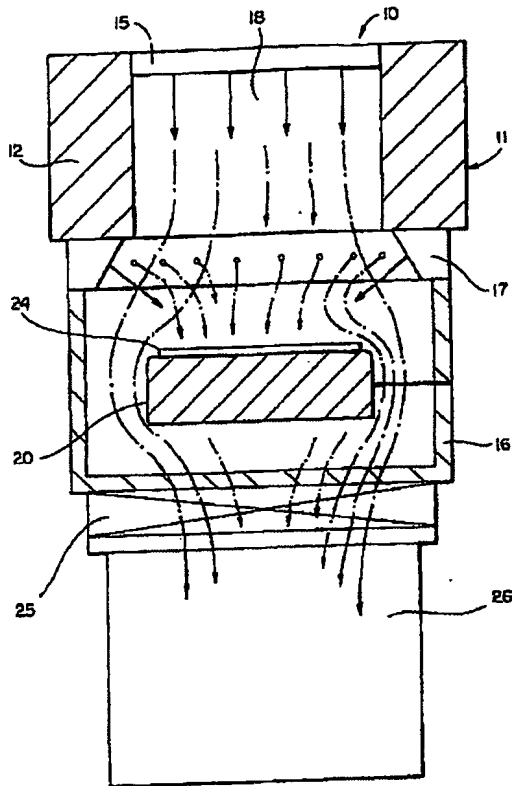
【図13】



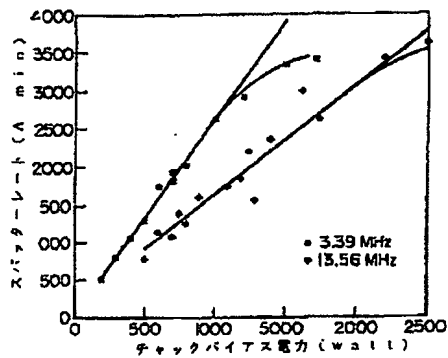
【図14】



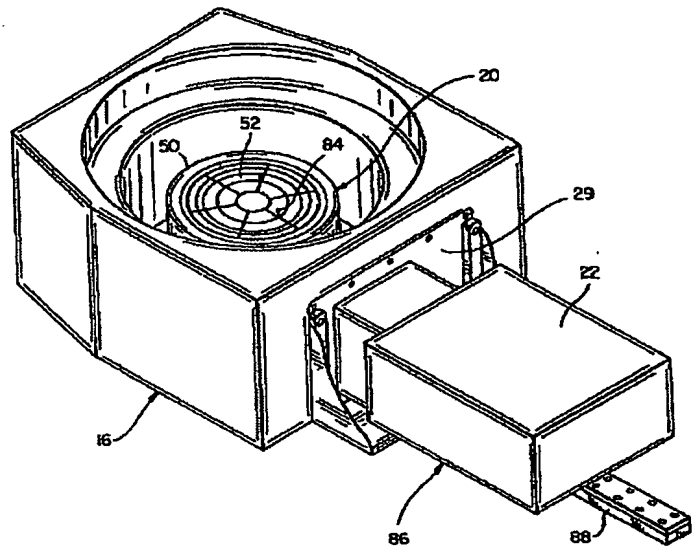
【図9】



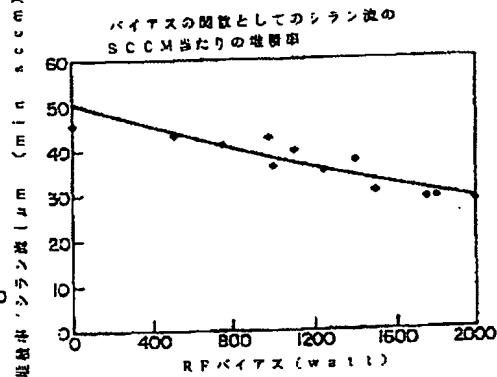
【図12】



【図10】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 リチャード エイチ マッティーセン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州
95066 スコッチ ヴァリー スプリーデ
ィング オーク ドライブ 140

(72)発明者 デニス シー フェンスケ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州
95018 フェルトン サン ロレンツォ
アベニュー 605

(72)発明者 エリック ディー ロス
アメリカ合衆国 カリフォルニア州
95062 サンタ クルーズ コート ドラ
イヴ 4370